

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

Факультет прикладной математики и процессов управления
Кафедра физики

Учебно- методический комплекс по дисциплине
ОПД. Ф 02. Методы математической физики
(линейные и нелинейные уравнения физики)
для специальности 010701 «Физика»

УМКД рассмотрен и утвержден на заседании кафедры физики
протокол № 9 от 14.06.2008 г.

Зав. кафедрой _____ В. А. Кныр

УМКД рассмотрен и утвержден на заседании учебно-методической комиссии и
рекомендован к внедрению
протокол № ____ от _____ 2008 г.

Председатель УМК _____ А.З. Син

Состав УМКД

ОПД. Ф 02. Методы математической физики
(линейные и нелинейные уравнения физики)
для специальности 010701 «Физика»

1. Программа. Рабочая программа.
2. Перечень экзаменационных вопросов.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ С. В. Шалобанов

_____ 2008 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

по кафедре физики

ОПД. Ф 02. Методы математической физики

(линейные и нелинейные уравнения физики)

для специальности 010701 «Физика»

утверждена научно-методическим советом университета
для подготовки по специальности 010701 «Физика»

Хабаровск 2008 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины.

Программу составил

Н.А. Хохлов, доктор физико-математических наук, доцент.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики протокол №9 от 14 июня 2008 г.

Зав. кафедрой _____ проф. В.А. Кныр

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМКС «Физика» протокол № __ от _____ 2008 г.

Председатель УМКС _____ проф. В.А. Кныр

Декан ФММПУ _____ доц. А.З. Син

2. Цели и задачи дисциплины

2.1. Цель преподавания дисциплины

Целью курса является формирование у студентов представлений о методах решения уравнений в частных производных второго порядка, о типах уравнений и граничных условий, свойств основных специальных функций математической физики, об интегральных преобразованиях.

2.2. Задачи изучения дисциплины

Задачами курса являются обучение методам разделения переменных для решения многомерных задач, в том числе и с неоднородными граничными условиями; методам нахождения функций Грина дифференциальных уравнений: умению применять на практике знания теории цилиндрических, сферических и других специальных функций математической физики; анализ основных видов интегральных преобразований и области их применения.

2.3. Требования к уровню усвоения содержания дисциплины

Курс базируется на общих математических дисциплинах «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Векторный и тензорный анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление», а также на общепрофессиональных дисциплинах «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Электродинамика сплошных сред».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	Объем в часах
Общая трудоемкость дисциплины по ГОС по УП	228
Изучается в семестрах	5,6
Вид итогового контроля по семестрам экзамен	5,6
Аудиторные занятия всего	140
В том числе:	
лекции (Л)	70
практические занятия (ПЗ)	70
Самостоятельная работа Общий объем часов (С2)	88
В том числе:	
на подготовку к лекциям	35
на подготовку к практическим занятиям	23

4. Содержание дисциплины

1. Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных

Распространение тепла. Диффузия. Потенциальный поток несжимаемой жидкости. Уравнение гидродинамики несжимаемой жидкости. Уравнение струны. Колебания мембраны. Телеграфные уравнения. Продольные колебания пружины.

2. Классификация уравнений в частных производных второго порядка

Классификация уравнений в частных производных второго порядка с двумя переменными. Приведение линейного уравнения с частными производными второго порядка к каноническому виду. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка (общий случай). Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

3. Классификация краевых задач

Граничные условия 1-3 рода на примере продольных колебаний пружины. 1-3 краевые задачи. Редукция общей краевой задачи. Краевые задачи для эллиптического уравнения. Устойчивость. Основные краевые уравнения для параболического уравнения.

4. Метод разделения переменных для ограниченной струны

Метод разделения переменных для ограниченной струны: однородное уравнение. Метод разделения переменных для ограниченной струны: неоднородное уравнение. Задача на собственные значения.

5. Функции источника δ -функция: ее свойства и представления

Функции источника δ -функция: однородное уравнение, ограниченная и неограниченная прямая. Функции источника δ -функция: неоднородное уравнение.

6. Общая схема метода разделения переменных

Краевая задача на собственные значения. Свойства собственных функций.

7. Специальные функции математической физики

Специальные функции математической физики: область отрезок, круг, шар. Общее уравнение теории специальных функций. Вывод формулы связи двух линейно-независимых решений общего уравнения теории специальных функций.

Поведение двух линейно-независимых решений общего уравнения теории специальных функций в окрестности граничных точек. Полиномы Лежандра – производящая функция, определение, основные формулы. Полиномы Лежандра – рекуррентные формулы, уравнение Лежандра.

8. Краевые задачи для уравнения Лапласа

Краевые задачи для уравнения Лапласа – общая теория. Краевые задачи для уравнения Лапласа – примеры. Частные случаи решения уравнения Лапласа – сферическая симметрия, двумерный случай – связь с аналитическими функциями. Преобразование обратных радиус-векторов. Интегральное представление гармонических функций и их свойства – трехмерный случай. Интегральное представление гармонических функций и их свойства – двумерный случай.

9. Уравнения параболического типа

Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника для уравнения параболического типа. Неоднородное уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных для уравнения параболического типа общая 1-я краевая задача. Задачи на бесконечной прямой для уравнения параболического типа – функция Грина.

10. Уравнения гиперболического типа

Метод разделения переменных для уравнения гиперболического типа. Функция источника для уравнения гиперболического типа.

11. Краевые задачи для уравнения Гельмгольца

Постановка краевых задач для уравнения Гельмгольца. Метод разделения переменных для уравнения Гельмгольца.

12. Решение задач с использованием функций Грина

Интеграл Пуассона. Использование функции Грина для уравнения параболического типа. Использование функция источника для уравнения гиперболического типа.

13. Понятие о нелинейных уравнениях математической физики

Линеаризация нелинейных уравнений – гравитационные волны на поверхности жидкости. Уравнение Кортевега – де Фриза.

14. Метод конечных разностей

Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Разностные методы решения задач с несколькими пространственными переменными.

Распределение часов по темам и видам работ

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			лекции	практич. занятия	
1	Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных		4	2	
2	Классификация уравнений в частных производных второго порядка		4	2	
3	Классификация краевых задач		4	2	
4	Метод разделения переменных для ограниченной струны		4	4	
5	Функции источника δ -функция: ее свойства и представления		4	4	
6	Общая схема метода разделения переменных		4	12	
7	Специальные функции математической физики		10	8	
8	Краевые задачи для уравнения Лапласа		6	8	
9	Уравнения параболического типа		6	6	
10	Уравнения гиперболического типа		6	6	
11	Краевые задачи для уравнения Гельмгольца		6	4	
12	Решение задач с использованием функций Грина		6	6	
13	Понятие о нелинейных уравнениях математической физики		4	2	
14	Метод конечных разностей		2	4	

5. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Целью самостоятельной работы является систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентом, углубление и расширение знаний, приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, развитие способностей к самосовершенствованию.

6. Контроль знаний студентов

6.1. Входной контроль знаний студентов

Темы входного контроля знаний студентов: общая физика, дифференциальное и интегральное исчисление, линейная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения.

6.2. Текущий контроль знаний студентов

В качестве текущего контроля знаний студентов используется опрос студентов по изученному материалу. Опрос проводится на практических занятиях.

6.3. Выходной контроль знаний студентов

Выходной контроль знаний студентов осуществляется при проведении экзамена.

Вопросы выходного контроля (вопросы, выносимые на экзамен)

1. Распространение тепла.
2. Диффузия.
3. Потенциальный поток несжимаемой жидкости.
4. Уравнение гидродинамики несжимаемой жидкости.
5. Уравнение струны.
6. Колебания мембраны.
7. Телеграфные уравнения.
8. Продольные колебания пружины.
9. Классификация уравнений в частных производных второго порядка с двумя переменными.
10. Приведение линейного уравнения с частными производными второго порядка к каноническому виду.

11. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка (общий случай).
12. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
13. Граничные условия 1-3 рода на примере продольных колебаний пружины.
14. 1-3 краевые задачи
15. Редукция общей краевой задачи.
16. Краевые задачи для эллиптического уравнения. Устойчивость.
17. Основные краевые уравнения для параболического уравнения.
18. Метод л'Аламбера: однородное уравнение.
19. Метод л'Аламбера: неоднородное уравнение.
20. Метод разделения переменных для ограниченной струны: однородное уравнение.
21. Метод разделения переменных для ограниченной струны: неоднородное уравнение.
22. Задача на собственные значения.
23. Функции источника δ -функция: однородное уравнение, ограниченная и неограниченная прямая.
24. Функции источника δ -функция: неоднородное уравнение.
25. Краевая задача на собственные значения.
26. Свойства собственных функций.
27. Специальные функции математической физики: область отрезок, круг, шар.
28. Общее уравнение теории специальных функций.
29. Вывод формулы связи двух линейно-независимых решений общего уравнения теории специальных функций.
30. Поведение двух линейно-независимых решений общего уравнения теории специальных функций в окрестности граничных точек.
31. Полиномы Лежандра – производящая функция, определение, основные формулы
32. Полиномы Лежандра – рекуррентные формулы, уравнение Лежандра.
33. Краевые задачи для уравнения Лапласа – общая теория
34. Краевые задачи для уравнения Лапласа – примеры
35. Частные случаи решения уравнения Лапласа – сферическая симметрия, двумерный случай – связь с аналитическими функциями.
36. Преобразование обратных радиус-векторов
37. Интегральное представление гармонических функций и их свойства – трехмерный случай
38. Интегральное представление гармонических функций и их свойства – двумерный случай
39. Интеграл Пуассона
40. Метод разделения переменных для уравнения параболического типа

41. Функция источника для уравнения параболического типа
42. Неоднородное уравнение теплопроводности
43. Метод разделения переменных для уравнения параболического типа общая 1-я краевая задача
44. Задачи на бесконечной прямой для уравнения параболического типа – функция Грина
45. Краевые задачи для полубесконечной прямой
46. Метод разделения переменных для уравнения гиперболического типа
47. Функция источника для уравнения гиперболического типа
48. Постановка краевых задач для уравнения Гельмгольца
49. Принцип максимального значения для уравнения теплопроводности
50. Определение векторных полей
51. Метод подобия. Теория теплопроводности
52. Метод конформных преобразований
53. Линеаризация нелинейных уравнений – гравитационные волны на поверхности жидкости
54. Уравнение Кортевега – де Фриза
55. Разностные схемы для уравнения теплопроводности
56. Разностные методы решения задач с несколькими пространственными переменными

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1999.
2. Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Специальные функции математической физики. - М.: Наука, 1978.
3. Будаков Б.М. и др. Сборник задач по математической физике / Б.М. Будаков, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. - М.: Наука, 1972.

Дополнительная литература

1. Арфкен Г. Математические методы в физике. - М.: Атомиздат, 1970.
2. Трантер К.Дж. Интегральные преобразования в математической физике. - М.: Гостехиздат, 1956.
3. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров. - М.: Мир, 1985.
4. Шелковников Ф.А., Такайшвили. Сборник упражнений по операционному исчислению. - М.: Наука, 1976.
5. Краснов М.Л. и др. Интегральные уравнения. Задачи и упражнения / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. - М.: Наука, 1976.
6. Лебедев Н.Н. Специальные функции их приложения. - М.: Физматгиз, 1963.
6. Ли Цзун-дао. Математические методы в физике. - М.: Мир, 1965.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»
Факультет прикладной математики и процессов управления
Кафедра физики

Согласовано
 Декан ФММПУ
 _____ А.З. Син
 _____ 2008 г.

Утверждаю
 Начальник УМУ
 _____ Ю.Г. Иванищев
 _____ 2008 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

ОПД. Ф 02. Методы математической физики
 (линейные и нелинейные уравнения физики) .

Аббревиатура специальности	Отчетность							Часов занятий							
	Экзамен	Зачет	КП	КР	РГР	Контрольная работа	Тест (контрольное задание)	Учебный план основной траектории	Учебный план специальности заданной траектории					Самостоятельная работа	
									Переаттестация	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Аудиторные занятия	всего	на сессии
Ф	5,6			5,6				228	70		70	140	88	30	

Рабочая программа составлена в соответствии с содержанием и требованиями Государственного образовательного стандарта и утвержденной программой дисциплины.

Рабочую программу составил _____ Н.А. Хохлов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики,
протокол №9 от 14. 06. 2008 г.

Зав. кафедрой, профессор _____ В.А. Кныр 15.06.2008

Одобрено учебно-методической комиссией специальности
Председатель УМКС, профессор _____ В.А. Кныр, 15.06.2008

Тематический план лекционных занятий

№ темы	Тема лекции	Объем в часах
1	Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных	4
2	Классификация уравнений в частных производных второго порядка	4
3	Классификация краевых задач	4
4	Метод разделения переменных для ограниченной струны	4
5	Функции источника. δ -функция, её свойства и представления	4
6	Общая схема метода разделения переменных	4
7	Специальные функции математической физики	10
8	Краевые задачи для уравнения Лапласа	6
9	Уравнения параболического типа	6
10	Уравнения гиперболического типа	6
11	Краевые задачи для уравнения Гельмгольца	6
12	Решение задач с использованием функций Грина	6
13	Понятие о нелинейных уравнениях математической физики	4
14	Метод конечных разностей	2
	Итого	70

Тематический план практических занятий

№ темы	Тема занятия	Объем в часах
1	Классификация уравнений в частных производных второго порядка	2
2	Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности, волнового уравнения и уравнения Лапласа	2
3	Метод д'Аламбера для бесконечной прямой и отрезка	
4	Решение телеграфного уравнения	2
5	Типы граничных условий. Постановка краевых задач	2
6	Метод разделения переменных. Задача на собственные значения	6
7	Метод разделения переменных в многомерном случае	2
8	Решение задач с неоднородными граничными условиями и редукция краевой задачи	2
9	Общий метод решения неоднородных задач	2
10	Задачи для круга и шара	4
11	Задача Штурма-Лиувилля. Задачи с граничными условиями третьего рода	2
12	Уравнение Бесселя. Свойства цилиндрических функций. Задачи, приводящие к функциям Бесселя $J_0(x)$, $J_n(x)$	6
13	Полиномы Лежандра. Ортогональность. Производящая функция. Разложение в ряд по полиномам. Электрическое поле системы зарядов	4
14	Уравнение Гельмгольца и сферические функции Бесселя. Функции Бесселя полуцелого порядка	4
15	Интегральное преобразование Лапласа. Таблица преобразования	4
16	Решение интегрального уравнения и уравнений в частных производных с помощью преобразования Лапласа.	4
17	Функция Грина обыкновенного дифференциального уравнения и уравнения в частных	2
18	Комплексное преобразование Фурье. Функция Грина для уравнения теплопроводности.	4
19	Синус и косинус преобразования Фурье. Применение двух интегральных преобразований	6
20	Конечные синус и косинус преобразования	2
21	Преобразование Ханкеля	2
	Итого	70

ПЛАН – ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По дисциплине _____ ОПД Ф02. Методы математической физики
(линейные и нелинейные уравнения физики). _____

Институт (факультет) _____ ФММ и ПУ _____
специальность _____

Семестр _____ 5 _____ часов в неделю (Л-ЛР-ПЗ / 3-0-1)

Распределение часов учебного плана	Самостоятельная работа в семестре		В том числе	На сессию	Выполнение задания	На изучение теории	всего	аудиторных	Вид занятий	Распределение нормативного времени самостоятельной работы студентов по неделям семестра	Объем домашних заданий	Распределение нормативного времени самостоятельной работы студентов по неделям семестра
	Самостоятельная работа в семестре	На сессию										
лекции			17			11	28	34			Чертежей формата А ₄	17
Лаб. работы											Страниц текста	16
Практич. занятия								34				15
КП, КР, РГР, РФ												14
Итого							28	68				13
												12
												11
												10
												9
												8
												7
												6
												5
												4
												3
												2
												1

лектор _____

ПЛАН – ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По дисциплине _____ ОПД Ф02. Методы математической физики
(линейные и нелинейные уравнения физики). _____

Институт (факультет) _____ ФММ и ПУ _____
специальность _____

Семестр _____ 6 _____ часов в неделю (Л-ЛР-ПЗ / 3-0-1)

Распределение часов учебного плана	Самостоятельная работа в семестре		Распределение нормативного времени самостоятельной работы студентов по неделям семестра			
	В том числе	На сессию	1	2	3	4
аудиторных	всего	18	12	6	36	
	всего	36	36		72	
лекции						
Лаб. работы						
Практ. занятия						
КП, КР, РГР, РФ						
Итого						
Вид занятий						
Объем домашних заданий	Чертежей формата А ₄					
Объем домашних заданий	Страниц текста					
Самостоятельная работа в семестре	всего	18	12	6	36	
В том числе	На сессию					12
В том числе	Выполнение задания					
В том числе	На изучение теории	18	12	6	30	
1		1			1	
2		1			0,8	1,8
3		1			0,7	2,2
4		1			0,7	2,2
5		1			0,7	2,2
6		1			0,7	2,2
7		1			0,7	2,2
8		1			0,7	2,2
9		1			0,7	2,2
10		1			0,7	2,2
11		1			0,7	2,2
12		1			0,7	2,2
13		1			0,7	2,2
14		1			0,7	2,2
15		1			0,7	2,2
16		1			0,7	2,2
17		1			0,7	2,2
18		1			0,7	2,2

лектор _____